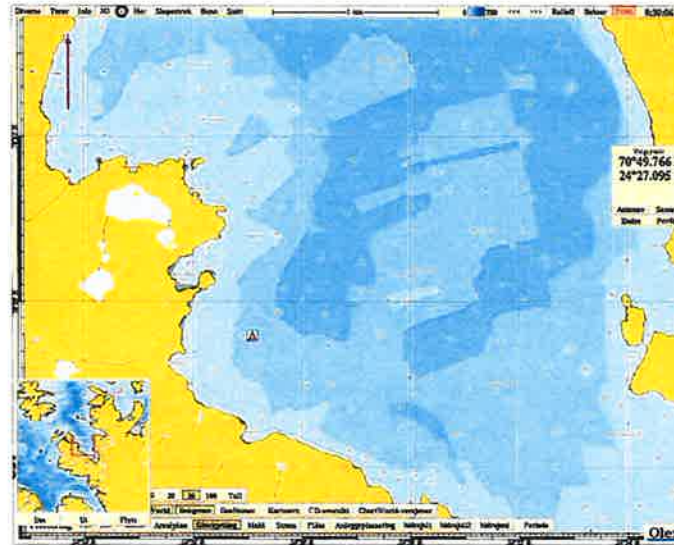


NRS Finnmark AS
Miljøundersøkelser



Strømrapport
Fartøyvika, Måsøy kommune

08.07.2011 - 10.08.2011

Oppdragsgiver	
Firma: NRS Finnmark AS	
Kontaktperson: Per Magne Bølgen	
Dokument type	Strømrappport
Tittel	Strømrappport, Fartøyvika, Måsøy, 2011
Prosjektnr.	10150
Filplassering	E:\10150\ALLA\Dokumenter\Lokalitetsundersøkelse\Miljøundersøkelser 2011\Strømmålinger 2011\Fartøyvika aug2011\Analyse\Strømrappport_Fartøyvika_Bunn.doc

Sammendrag

Det er utført strømmåling av bunnstrøm på lokalitet Fartøyvika, Måsøy, i perioden 08.07.2011 - 10.08.2011 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i veileder for søknad om lokalitet. Målingen erstatter bunnmålingen som ble foretatt 01.06.2010 – 05.07.2010 med propellmåler. Propellmåleren har en startfrikisjon på 1.4 cm/s og er dermed ikke egnet til å bestemme andel nullmålinger. Denne målingen ble utført med en dopplermåler som kan måle hastigheter ned til 0 cm/s.

Gjennomsnitts- og maksimalstrøm og andel nullmålinger er som følgende:

Dybde [m]	Gjennomsnittstrøm [cm/s]	Maksimalstrøm [cm/s]	Retning av maksimalstrøm [°]	Målinger <=1 cm/s [%]
71	5	36	55	4.4

Bunnmålingen viser gode resultater med få nullmålinger. Hovedstrømsretningene er Nordøst og Sør, noe som sammen gir en vannutskiftning mot Østsørøst.

Tidevann og vind: Det vises at tidevannet spiller en betydelig rolle i å styre bunnstrømmen på lokaliteten. Strømmen oscillerer mellom nordøstlig og sørlig retning i tidevannssyklusen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.

Oppdragsansvarlig Yngve Paulsen

Saksbehandler Juliane Borge

REVISJONSSTATUS

Rev	Dato	Beskrivelse	Måling utf	Utf	Kntr	Godkjent
0	25.08.2011	Strømrappport		JB	KAa	KAa

1. Innhold

1. Innhold	3
2. Strømmåling oversikt.....	4
3. Strømhastighet statistisk analyse	6
3.1 Horisontal strøm	6
4. Vannutskiftning og nullmålinger	8
5. Tidevann	9
5.1 Tidevannsanalyse	9
6. To dagers periode	11
7. Miljøparametre	12
8. Sammendrag.....	13
9. Referanser	14
Appendiks A. Måling og kvalitetssikring	15
Appendiks B. Pinne- og rosedigram	16
Appendiks C. Tidsserier.....	16
Appendiks D. Fjernet data	19
Appendiks E. Instrumentspesifikasjoner	19
Appendiks F. Kalibrering Seaguard RCM 731	19

2. Strømmåling oversikt

Strømmålinger ble foretatt ved lokalitet Fartøyvika i perioden 08.07.2011 - 10.08.2011.

Tabell 1 sammenfatter de viktigste bakgrunnsinformasjonene for målingen:

- **Plassering av måler:** Figur 1 og Figur 2 viser hvor måleriggen ble satt ut. Det er installert et oppdrettsanlegg på lokaliteten og plasseringen av strømmåleren ble valgt fordi det er ansett som representativ for anlegget.
- **Målingsdybder:** Det ble satt ut en doppler punktmåler på 71 m dybde. Målet er å kartlegge bunnstrøm.
- **Målingsutstyr:** Måleren ble forankret fra bunn og opp. Nærmere beskrivelse av riggen og instrumentet i Appendiks A.
- **Kvalitetsvurdering av målte data:** Dataene ble sjekket i henhold til anbefalingene fra instrumentenes produsent. En nærmere beskrivelse av denne prosessen finnes i Appendiks A.
- **Målingens varighet:** Det ble målt i mer enn 32 dager, noe som er i henhold til kravene.

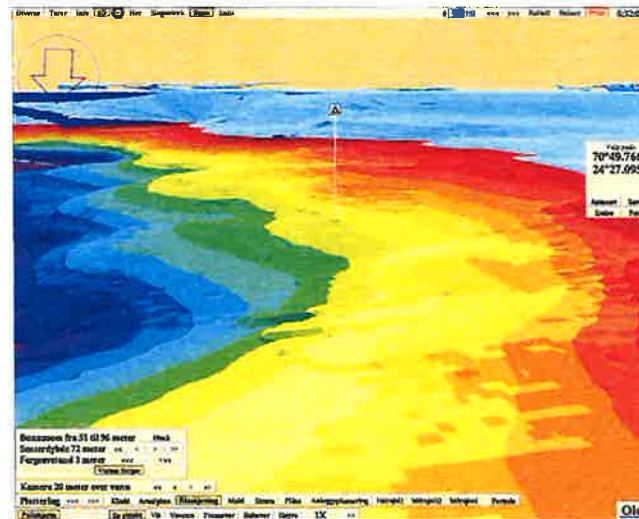
NS 9415 krever beskrivelse av strømmen i anlegget (5 m og 15 m) (NS 9415, 2009). Fiskeridirektoratets veileder krever beskrivelsen av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm (Fiskeridirektoratet, 2008). Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftning (Mattilsynet, 2006).

Tabell 1: Generell informasjon om strømmålingen utført på lokalitet Fartøyvika

Måleperiode	08-Jul-2011 18:09:59 - 10-Aug-2011 07:50:00
Varighet	32 dager, 13 timer, 40 minutter
Antall målinger	4691
Koordinater	70°49.876 N 24°26.781 Ø
Ca. dybde på målestedet	72 m
Målertype - 71 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 731), Måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 71 m dybde	Burst (måling i 1 minutt), 150 ping
Frekvens	10 minutter



Figur 1: Lokaltet Fartøyvika med målepunktet merket. Dybdekoter er på 10 meter.



Figur 2: 3D modell av lokalitet Fartøyvika, farget område med 51 m (rød) - 96 m (fiolett) dybde. Symbolet viser målepunktet

3. Strømhastighet statistisk analyse

Et viktig formål med strømmålingen er å studere strømhastighet fra forskjellig retning.

Dette kapitlet er en oppsummering av de viktigste statistiske egenskapene for bunnstrøm. For flere detaljer henvises det til:

- Kapittel 8: Statistikktabell
- Appendiks B: Rose- og pinnediagram

3.1 Horisontal strøm

Tabell 2 viser maksimalstrøm i 8 retningssektorer. Retningssektorene er sentrert rundt 0°, 45°, 90° osv.

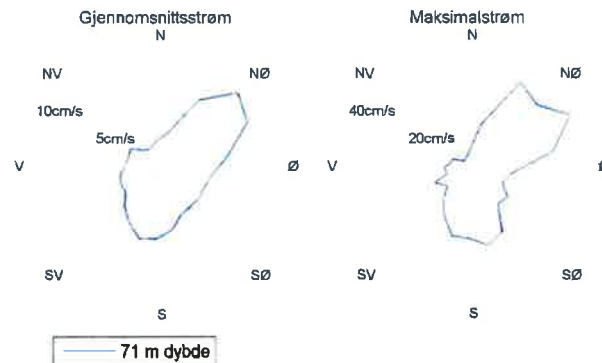
Figur 3 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer.

Maksimalstrømmen for denne lokaliteten var 36 cm/s i retning 55°.

Figurene illustrerer at hovedstrømsretningene er Nordøst og Sør, som sammen gir en vannutskifting rettet mot Østsørøst.

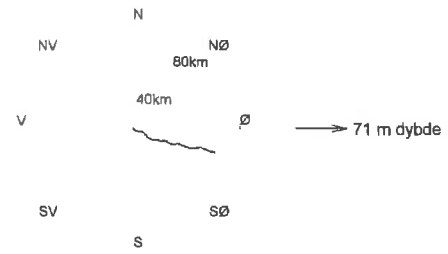
Tabell 2: Maksimal horisontal strøm [cm/s] og tilsvarende retning i 8 sektorer

	Retning (mot)								Alle retninger
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
Dybde	Maksimal horisontal strøm [cm/s]								
71 m	16	36	27	20	23	15	10	7	36 (55°)



Figur 3: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder

Figur 4 er et progressiv-vektor-diagram som viser hvordan en tenkt vannpartikkel på en gitt dybde ville forflytte seg i måleperioden. Startpunktet er i midten av diagrammet. Dette er kun en visualisering. I virkeligheten forlater vannpartikkelen målestedet og instrumentet måler forskjellige vannpartikler over hele perioden. Diagrammet gir imidlertid et inntrykk av hvor effektiv vannutskiftingen er. Dersom vannet hele tiden føres bort fra startstedet, er vannutskiftingen bra. Dersom vannmassene driver fram og tilbake, kan utskiftingen være redusert.



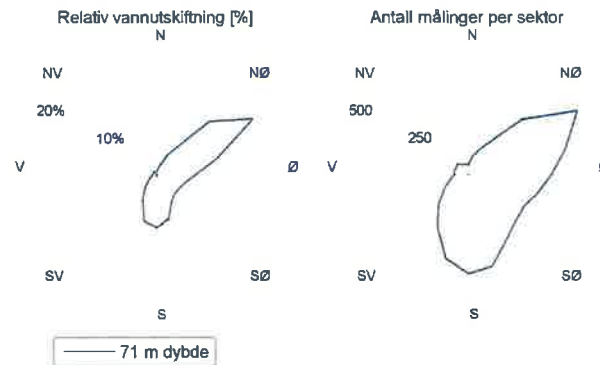
Figur 4: Progressiv-vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

4. Vannutskifting og nullmålinger

Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålingene og vannutskifting. Vannutskiftingen er definert som vannfluksen, altså mengden av vann som transporteres gjennom en kvadratmeters flate. Dette beregnes som strømhastigheten ganger tiden den varer og oppgis i m^3/m^2 . Vannutskiftingen kan oppgis per sektor, dvs per retningsintervall. Vannutskiftingen i en sektor er den delen av vannfluksen hvor strømretningen er i et visst retningsintervall. Vannutskiftingen i 8 sektorer er inkludert i Tabell 3, mens nullmålingene er listet i Tabell 4 i kapittel 9. Retningssektorene er sentrert rundt 0, 45, 90° osv. Figur 5 viser relativ vannutskifting og antall målinger i 15 graders sektorer.

Tabell 3: Vannutskifting [m^3/m^2] i 8 sektorer, den største vannutskiftingen er uthøvet

Dybde	Retning (mot)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Alle retninger
71 m	2401	43570	27225	17052	30516	10822	2732	2161	136481



Figur 5: Relativ vannutskifting og antall målinger per 15 graders sektor

5. Tidevann

5.1 Tidevannsanalyse

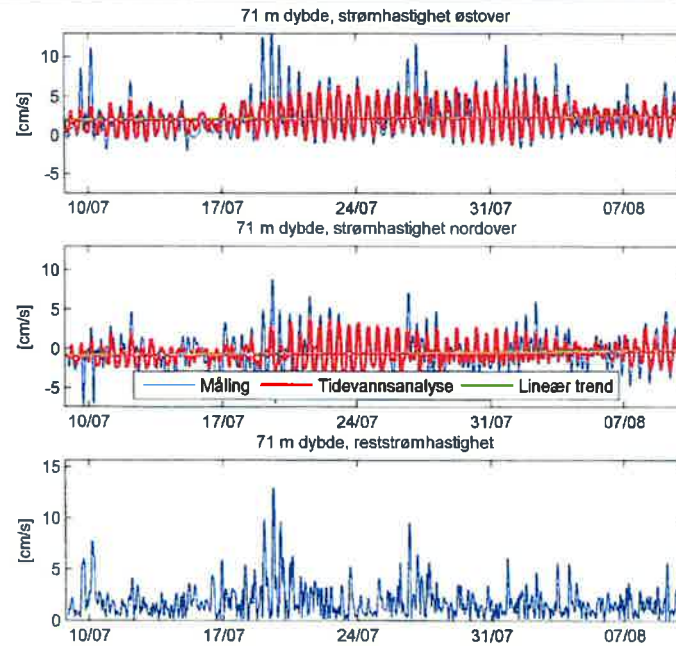
Det ble også foretatt en tidevannsanalyse av bunnstrømmen.

Resultatene vises i Figur 6 og Figur 7.

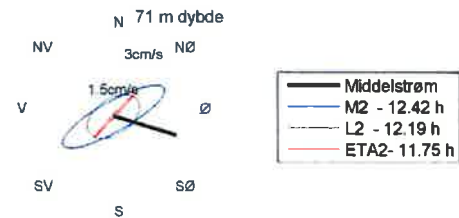
Figur 6 viser tidsserien av bunnstrømmen (lavpassfiltrert) med tidevannsanalyse og lineær trend så vel som tidsserien av reststrømmen (som er differansen mellom den faktiske lavpassfiltrerte strømmen og en modell bestående av tidevannsanalysen og middelverdien). Reststrømmen er stort sett under 4 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 13 cm/s. Tidevannsanalysen forklarer 44 % av variansen.

Figur 7 viser tidevannsellipsene og middelstrømmen. Hovedperiodene til tidevannssignalet i strømhastigheten er 12.42 timer, 12.19 timer og 11.75 timer. Det vil si at det "vanlige" tidevannet fra månen (to perioder om dagen) er mest framtrepende. Tidevannsellipsene beskriver hvordan tidevannsstrømmen varierer i løpet av den tilsvarende perioden. Tidevannsstrømmen oscillerer mellom Nordøst og Sørvest.

Generelt kan det sies at tidevannsstrømmer spiller en betydelig rolle på lokaliteten i Fartøyvika. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.



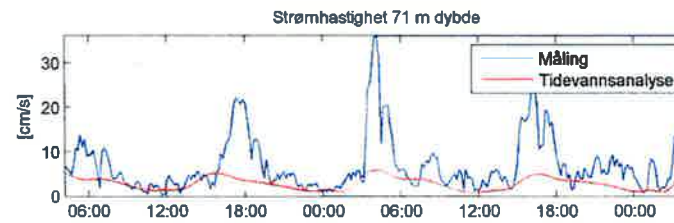
Figur 6: Horizontal strømshastighet ved bunnen, lavpassfiltrert, med tidevannsanalyse



Figur 7: Tidevannsellipsene av bunnstrømmen. Navnene M2, L2 og ETA2 refererer til tidevannskonstituentene.

6. To dagers periode

Figur 8 viser strøm i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 71 m dyp, 26.07.2011 - 28.07.2011.

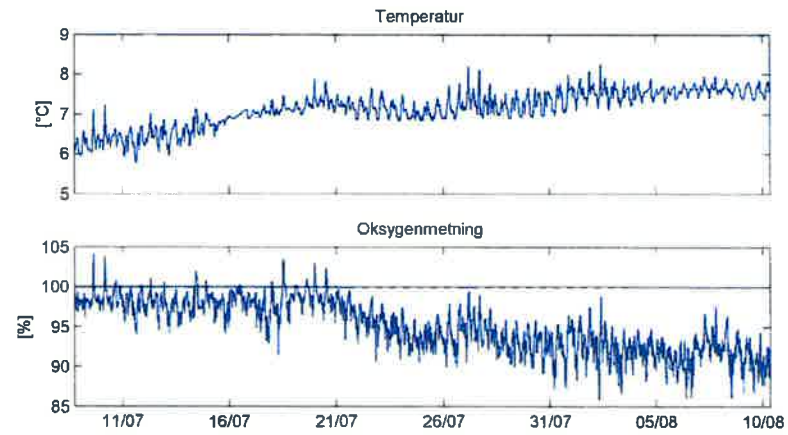


Figur 8: Strøm i todagersperioden 26.07.2011-28.07.2011

7. Miljøparametre

Figur 9 viser resultatene av salinitets-, temperatur- og oksygenmålingen.

Oksygenmetningen ligger på 95 % ved 71 m dyp som viser gode forhold for oppdrett av laksefisk.



Figur 9: Miljøparameter Seaguard, 71 m

8. Sammendrag

Det er foretatt strømmålinger ved lokalitet Fartøyvika, Måsøy kommune i perioden 08.07.2011 til 10.08.2011. Tabell 4 gir en oversikt over resultatene.

Tabellen inkluderer både middelværdien og median. Middelværdien er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger, mens median er den midterste målingen. Median er mindre påvirket av enkelte ekstremverdier. Signifikant maksimal strøm er gjennomsnittsverdien av den høyeste tredjedelen av alle målte hastigheter i perioden.

For nøyaktigheten av målingene se Tabell 5.

Neumanns parameter er et mål for hvor stabil strømretningen har vært. Den beregnes utifra Figur 4 og er definert som forholdet mellom lengden av den rette linjen mellom start- og slutt punkt og lengden av den totale banen. Jo lavere Neumannparameter desto mindre rett har den tenkte vannpartikkelen beveget seg. Lav Neumannparameter kan tyde på dårlig vannutskiftning. Å bruke kun Neumannparameteren til å beskrive vannutskiftningen, blir derimot utilstrekkelig; for eksempel i situasjoner hvor strømretningen snur 180° midt i måleperioden.

Det vises at tidevannet spiller en betydelig rolle i å styre bunnstrømmen ved Fartøyvika. Den forklarer 44 % av variansen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.

Tabell 4: Oversikt statistikk, retningssektorene er sentrert rundt 15, 30 45° osv.

Dybde	71 m
Horisontal strøm	
Gjennomsnittsstrøm (Median)	5 (4) cm/s
Standardavvik	4 cm/s
Signifikant maksimumstrøm	9 cm/s
Maksimumstrøm	36 cm/s
Retning maksimumstrøm	55°
Signifikant minimumstrøm	1.7 cm/s
Minimumstrøm	0.0 cm/s
Neumanns parameter	0.47
Fire hyppigst forekommende strømretningene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	60°, 75°, 180°, 165°
Fire hyppigst forekommende strømhastighetene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	1-3, 3-4, 4-5, 6-8
Vannutskiftning	
Mest vannutskiftning pr. 15 graders sektor	23181 m ³ /m ² ved 60°
Minst vannutskiftning pr 15 graders sektor	475 m ³ /m ² ved 345°
Gjennomsnittlig total vannutskiftning pr. døgn (alle retninger)	175 m ³ /m ²
Nullmålinger	
Andel målinger <1cm/s	4.4 %
Lengste periode <1cm/s	40 min

9. Referanser

Aanderaa, 2007: "TD 262b Operating Manual - Seaguard RCM"

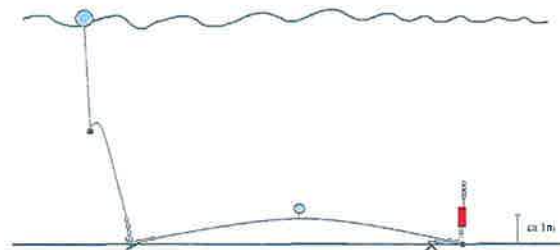
Fiskeridirektoratet, 2008: "Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbaserte anlegg"

Mattilsynet, 2006: "Veileder til forskrift av 16.1.2004 nr. 279 om godkjenning av etablering og utvidelse av akvakulturanlegg og registrering av pryddammer (etableringsforskriften) § 5"

NS 9415, 2009: "NS 9415:2009 - Flytende oppdrettsanlegg: Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift", Norsk Standard

Appendiks A. Måling og kvalitetssikring

Målingene er basert på dopplereffekten. Instrumentet sender ut en akustisk puls (et kort signal) med en bestemt frekvens og måler frekvensen av innkommende refleksjoner. Refleksjonen er forårsaket av små partikler eller bobler i vannet. Ut fra frekvensskiftet kan man beregne hastigheten av partiklene i vannet, som er antatt å være lik strømhastigheten. Instrumentet sender ut pulser i fire stråler i forskjellige retninger for å kunne rekonstruere den horisontale strømhastigheten. Seaguard har strålene orientert horisontalt og måler i instrumentdyp. Måleren ble forankret i bunn og sto på ca. 71 m som vist i Figur 10.

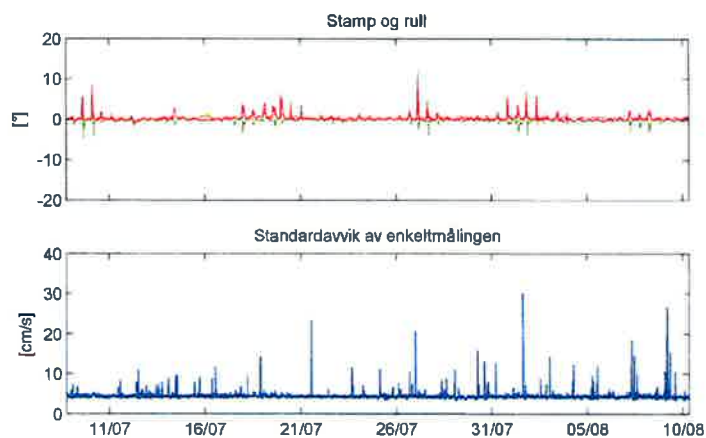


Figur 10: Skisse av riggen

Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Som kriterier brukes stamp og rull, signalstyrke og standardavvik av enkeltmålingene. Generelt er anbefalingene som følgende:

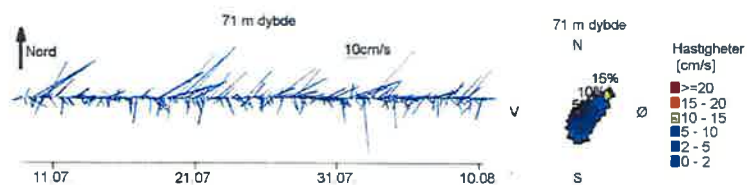
- Seaguard: stamp og rull mindre enn 35° og standardavvik av enkeltmålingen ca. 4 cm/s

Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, må vurderes kritisk. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i Appendiks D. Figur 11 viser noen av parametrene etter datarensing.



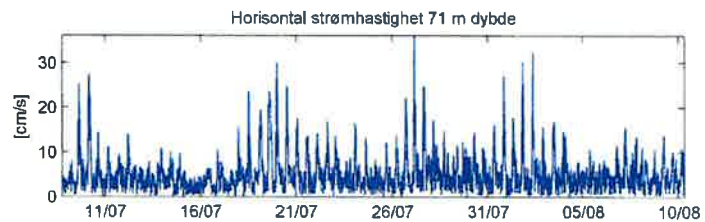
Figur 11: Kvalitetssikring Seaguard, etter datarensing

Appendiks B. Pinne- og rosedigram

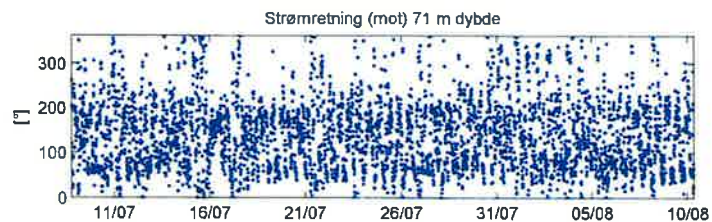


Figur 12: Strømretninger og strømhastigheter: pinnediagram som viser hastighet og retning over tid (en strek hver tredje time); rosedigram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge

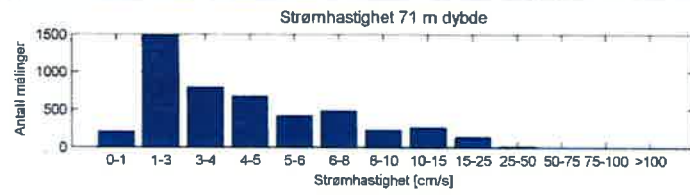
Appendiks C. Tidsserier



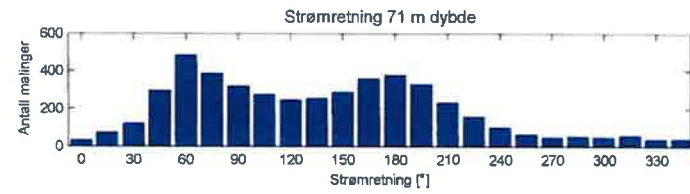
Figur 13: Tidsserier av horisontal strømhastighet



Figur 14: Tidsserier av strømretning



Figur 15: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 16: Histogram av strømretning

Tabell 5: Strømstyrke-retningsmatrise ved 71 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsinterval samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)													Utskiftning		
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m ³ /m ²	%
0°	3	20	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	512	0
15°	10	33	12	7	6	1	1	2	1	0	0	0	0	2	1414	1
30°	6	38	14	9	10	10	9	16	7	3	0	0	0	3	4805	4
45°	6	42	34	17	19	40	32	58	46	2	0	0	0	6	15583	11
60°	9	85	40	40	53	63	55	92	37	10	0	0	0	10	23181	17
75°	10	78	64	62	40	63	27	25	16	1	0	0	0	8	12975	10
90°	11	85	68	55	43	37	14	7	0	0	0	0	0	7	8125	6
105°	11	102	45	52	31	27	6	1	0	0	0	0	0	6	6125	4
120°	7	99	49	42	20	15	10	3	0	0	0	0	0	5	5427	4
135°	8	116	48	39	25	12	3	4	0	0	0	0	0	5	5380	4
150°	14	110	62	49	22	24	4	1	2	0	0	0	0	6	6246	5
165°	6	131	71	53	35	37	7	9	10	0	0	0	0	8	9420	7
180°	16	102	63	65	35	42	24	21	8	0	0	0	0	8	11036	8
195°	10	73	58	52	38	52	25	17	5	0	0	0	0	7	10059	7
210°	6	74	40	47	18	37	8	3	0	0	0	0	0	5	5901	4
225°	10	57	37	32	6	14	1	1	0	0	0	0	0	3	3263	2
240°	11	54	16	12	5	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1659	1
255°	7	33	13	9	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1118	1
270°	2	29	13	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	815	1
285°	13	21	12	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	799	1
300°	6	27	9	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	728	1
315°	9	23	9	8	7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	937	1
330°	8	27	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	497	0
345°	8	22	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	475	0
Sum %	4	32	17	14	9	10	5	6	3	0	0	0	0			

Appendiks D. Fjernet data

RCM data:
Fjernet 1 punkter på grunn av pitch/roll >35:
10-Aug-2011 07:59:59, 10-Aug-2011 07:59:59
Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Appendiks E. Instrumentspesifikasjoner

Tabell 6: Instrumentspesifikasjonene

	Seaguard
Horisontal nøyaktighet	± 0.15 cm/s. $\pm 1\%$
Vertikal nøyaktighet	
Enkeltving statistisk støy	± 0.3 cm/s
Nøyaktighet retning	$\pm 5^\circ$ - 7.5°
Temperatur nøyaktighet	$\pm 0.03^\circ\text{C}$
Oksygen nøyaktighet	$< \pm 8\mu\text{m}$, $< \pm 5\%$
Konduktivitet nøyaktighet	$\pm 0.005\text{S/m}$

Appendiks F. Kalibrering Seaguard RCM 731